

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-306095
(P2000-306095A)

(43) 公開日 平成12年11月2日 (2000.11.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 6 T	7/00	G 0 6 F 15/70	4 5 5 A 5 B 0 4 3
	1/00	15/62	3 8 0 5 B 0 5 7
			4 6 5 K 5 L 0 9 6
		15/70	4 6 5 Z

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-110020

(22) 出願日 平成11年4月16日 (1999.4.16)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 指田 直毅

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 長田 茂美

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸

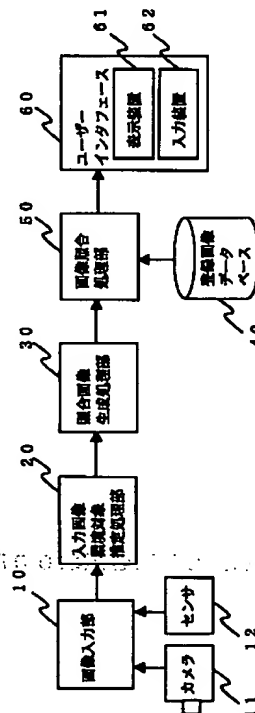
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像照合・検索システム

(57) 【要約】

【課題】 入力画像と登録画像の撮影環境、条件等が異なる場合においても高精度な照合処理を維持することができる顔画像照合・検索システムを提供する。

【解決手段】 予め利用者の登録画像を登録画像DB40に登録しておく。認証処理では、画像入力部10のカメラ11より利用者の顔画像を撮影し、入力画像環境対象推定処理部20は顔画像を解析し、環境パラメータ、対象状態パラメータを推定する。例えば、照明条件を示す照明パラメータ、撮影方向、(立ち位置に依存する)顔サイズ等を示すポジションパラメータ、眼鏡等の付随物の有無を示す付随物パラメータ、表情パラメータ等を推定する。照合画像生成処理部30は登録画像DB40から登録画像を取り出し、入力画像の推定したパラメータ値を目標としてパラメータ値を調整して照合画像を生成する。画像照合処理部50は照合画像と登録画像を比較照合する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力された画像と、あらかじめ登録済みの登録画像を比較照合することにより、入力画像中に存在する対象物を照合、推定する画像照合・検索システムにおいて、

入力画像を基に撮影環境の状態を示す環境パラメータおよび対象物の状態を示す対象状態パラメータを推定する入力画像環境対象推定処理部と、

前記登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値に基づいて、前記入力画像環境対象推定処理部により推定された入力画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整することにより、前記入力画像を基に前記登録画像の撮影環境および対象物状態に対応する照合画像を生成する照合画像生成処理部と、前記照合画像と前記登録画像を比較・照合することにより照合結果を出力する画像照合処理部とを備えたことを特徴とする画像照合・検索システム。

【請求項2】 入力された画像と、あらかじめ登録済みの登録画像を比較照合することにより、入力画像中に存在する対象物を照合、推定する画像照合・検索システムにおいて、

入力画像を基に撮影環境の状態を示す環境パラメータおよび対象物の状態を示す対象状態パラメータを推定する入力画像環境対象推定処理部と、

前記入力画像環境対象推定処理部により推定された入力画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を目標として、前記登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整することにより、前記登録画像を基に前記入力画像の撮影環境および対象物状態に対応する照合画像を生成する照合画像生成処理部と、前記入力画像と前記照合画像を比較・照合することにより照合結果を出力する画像照合処理部とを備えたことを特徴とする画像照合・検索システム。

【請求項3】 前記入力画像の撮影場所に設置されたセンサから、撮影環境、対象物の状態に関する実測データが得られる場合に、前記入力画像環境対象推定処理部は、入力画像および前記実測値を基に入力画像の環境パラメータおよび対象状態パラメータを推定する請求項1または2に記載の画像照合・検索システム。

【請求項4】 前記入力画像環境対象推定処理部が推定する入力画像の撮影環境が、撮影時の照明条件であり、前記環境パラメータが照明に関する状態を推定する照明パラメータを含む請求項1または2に記載の画像照合・検索システム。

【請求項5】 前記入力画像環境対象推定処理部が推定する入力画像の撮影環境が、撮影に利用したカメラの機器性能に依存するカメラ条件であり、前記環境パラメータがカメラ条件を推定するカメラパラメータを含む請求項1または2に記載の画像照合・検索システム。

【請求項6】 前記入力画像環境対象推定処理部の推定

する入力画像の対象状態が、対象物の撮影方向と撮影ポジションの条件であり、前記対象状態パラメータが対象物の撮影方向と撮影ポジションに関する状態を推定するポジションパラメータを含む請求項1または2に記載の画像照合・検索システム。

【請求項7】 前記入力画像環境対象推定処理部が推定する入力画像の対象状態が、対象物に付随物を伴っているか否かの付随物条件であり、前記対象状態パラメータが対象物に付随物を伴っているか否かに関する状態を推定する付随物パラメータを含む請求項1または2に記載の画像照合・検索システム。

【請求項8】 前記入力画像および登録画像が人物の顔を写した顔画像であり、前記画像照合処理部による比較・照合結果により人物認証を行う請求項1または2に記載の画像照合・検索システム。

【請求項9】 前記入力画像環境対象推定処理部が推定する入力画像の対象状態が、入力顔画像の表情であり、前記対象状態パラメータが入力顔画像の表情に関する状態を推定する表情パラメータを含む請求項8に記載の画像照合・検索システム。

【請求項10】 前記対象物を撮影した登録画像として、異なる対象状態パラメータを持つ画像を複数登録しておき、前記照合画像生成処理部は、前記対象物を撮影した複数の登録画像のうち、前記入力画像の対象状態パラメータともっとも近い対象状態パラメータを持つ登録画像を選定し、前記選定した登録画像から前記入力画像撮影環境、撮影状態に合わせた照合画像を生成する請求項2に記載の画像照合・検索システム。

【請求項11】 前記登録画像の画像データとともに3次元形状データを保持し、前記照合画像生成処理部は、前記入力画像環境対象推定処理部により推定された入力画像の環境パラメータ情報および対象状態パラメータに基づいて前記3次元形状データを調整し、前記入力画像撮影環境、撮影状態に合わせた2次元の照合画像を生成する請求項2に記載の画像照合・検索システム。

【請求項12】 前記入力画像環境対象推定処理部は、前記環境パラメータおよび対象状態パラメータの推定処理における推定誤差を前記画像照合処理部に通知し、前記画像照合処理部は、前記推定誤差範囲内に対応するすべての照合画像と一致の度合いが高いものを、照合結果の候補として出力する請求項1または2に記載の画像照合・検索システム。

【請求項13】 前記画像照合処理部は、画像を複数の領域に分割し、照合処理をそれぞれの分割領域ごとに実行して一致度を計算し、前記それぞれ分割領域ごとに得られた一致度に対して設定した重みづけを施した総計値を算出し、画像照合処理結果とする請求項1または2に記載の画像照合・検索システム。

【請求項14】 前記入力画像の入力を受け付ける画像入力部を備えた画像照合・検索クライアントと、前記入

力画像環境対象推定処理部と前記照合画像生成処理部と前記画像照合処理部とを備えた画像照合・検索サーバを備え、前記画像入力クライアントと前記画像照合・検索サーバがコンピュータネットワークを介して接続された請求項 1 または 2 に記載の画像照合・検索システム。

【請求項 15】 入力された画像と、あらかじめ登録済みの登録画像を比較照合することにより、入力画像中に存在する対象物を照合、推定する画像照合・検索システムを実現する処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

入力画像を基に撮影環境の状態を示す環境パラメータおよび対象物の状態を示す対象状態パラメータを推定する入力画像環境対象推定処理ステップと、

前記登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値に基づいて、前記入力画像環境対象推定処理ステップにより推定された入力画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整することにより、前記入力画像を基に前記登録画像の撮影環境および対象物状態に対応する照合画像を生成する照合画像生成処理ステップと、

前記照合画像と前記登録画像を比較・照合することにより照合結果を出力する画像照合処理ステップとを備えた処理プログラムを記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 16】 入力された画像と、あらかじめ登録済みの登録画像を比較照合することにより、入力画像中に存在する対象物を照合、推定する画像照合・検索システムを実現する処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

入力画像を基に撮影環境の状態を示す環境パラメータおよび対象物の状態を示す対象状態パラメータを推定する入力画像環境対象推定処理ステップと、

前記入力画像環境対象推定処理ステップにより推定された入力画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を目標として、前記登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整することにより、前記登録画像を基に前記入力画像の撮影環境および対象物状態に対応する照合画像を生成する照合画像生成処理ステップと、

前記入力画像と前記照合画像を比較・照合することにより照合結果を出力する画像照合処理ステップとを備えた処理プログラムを記録したことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カメラなどの画像入力装置から入力された画像と、画像データベース（以下、画像DBと略記する）などあらかじめ登録済みの画像を比較照合することにより、入力画像中に存在する対象物を特定する画像照合・検索システムに関する。応用の一形態として、入力画像および登録画像を人物の顔画像とし、入力画像中に撮影された人物を特定する人物

認証が含まれる。

【0002】

【従来の技術】コンピュータシステムにおいて、認証技術の重要性が増しつつある。認証処理が処理業務の重要な一部となるアプリケーションは多く存在し、アクセス、利用に関して一定レベルのセキュリティが要求されるアプリケーションには様々な認証方法が採用されており、典型的には、いわゆるパソコン通信でのパスワードによる利用者認証、金融機関の現金自動処理システムにおけるキャッシュカードと暗証番号による利用者認証、10 オフィスビルやマンションの入退室管理システムにおける暗証番号による入退室者認証などが挙げられる。さらに高いセキュリティレベルを目指して、指紋を利用した認証、網膜を利用した認証なども開発されている。一方、コンピュータシステムの利用において、ユーザフレンドリーなヒューマンインタフェースの重要性も増しているが、上記した認証処理においてセキュリティレベルを上げ、厳密な運用を図れば図るほど処理時間の増大、コストの増大、利用者の煩雑な手間の負担増大などを招き、ヒューマンインタフェースの観点からは好ましくないものとはなっていない。

【0003】ここで、近年のコンピュータ機器のマルチメディア処理能力の向上、デジタルカメラやビデオカメラ等の画像入力装置の普及により、撮影した画像を容易にコンピュータに取り込み、デジタル処理することが可能となりつつある。そこでシステム利用者のインタフェースの一部として設置したカメラから人物画像を取り込み、その顔画像から、そこに写っている人物が誰であるか特定する顔画像照合・検索技術が注目を集めている。この技術を用いれば、例えば、従来、暗証番号、パスワード、IDカードなどを用いていた金融機関の現金自動処理システムの利用者認証、パソコン通信やインターネットへのログインの利用者認証を、顔画像で代用することが可能になる。さらに、犯罪捜査などにおいても、典型的には現金自動処理システムに設置された監視カメラ、コンビニエンスストアなどの防犯カメラに撮影された犯人の顔画像を基に、容疑者を割り出し、特定することが可能となる。

【0004】今後、様々な撮影環境下において安定的に高精度な照合が行える顔画像照合・検索システムが実現できれば、上記で示した従来システムのみならず、今後開発されるであろう各種自動受付システム、顧客管理システムなどにおける利用者認証への応用ができる。さらに犯罪捜査支援など幅広い分野への応用が期待されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような利用者認証を必要とするアプリケーションにおいて、撮影し、入力される画像の状態が必ずしも良好なものでない場合が多く想定される。つまり、対象物を撮影

する際の周囲の撮影環境、撮影時点での対象物の位置、方向などの対象物の状態、撮影に用いるカメラの機器性能の違いなどにより入力画像の状態が大きく影響され、登録画像を撮影、取得した際の撮影環境、対象物の状態と大きく異なる場合が想定される。この場合、従来の顔画像照合・検索技術によれば、照合精度が低下してしまうという問題があった。

【0006】例えば、現金自動処理システムで本人照合する場合を想定すると、登録画像の撮影は、証明写真として照明条件の整った環境で高性能カメラを用いて撮影するのに対し、一方、実際の利用の場面で取得される入力画像は、金融機関の支店内、屋外にある現金自動処理システム等に設置された安価なカメラを用いて撮影されるということが十分考えられる。このような場合、入力画像と登録画像の間で、照明条件による明度の違い、撮影カメラの機器性能による解像度・画質の違い、顔向き・サイズの違い、頭髪の変化、ひげ、眼鏡の付属物の有無、等の要因により、照合精度が著しく低下し、他人を本人と誤認識(他人受理)してしまったり、本人を他人と誤認識(本人棄却)してしまうという問題があった。

【0007】本発明は、上記問題を解決し、入力画像と登録画像の撮影環境・条件などが異なる場合においても、高精度な照合処理を維持することができる顔画像照合・検索システムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の画像照合・検索システムは、入力された画像と、あらかじめ登録済みの登録画像を比較照合することにより、入力画像中に存在する対象物を照合、推定する画像照合・検索システムにおいて、入力画像を基に撮影環境の状態を示す環境パラメータおよび対象物の状態を示す対象状態パラメータを推定する入力画像環境対象推定処理部と、前記登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値に基づいて、前記入力画像環境対象推定処理部により推定された入力画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整することにより、前記入力画像を基に前記登録画像の撮影環境および対象物状態に対応する照合画像を生成する照合画像生成処理部と、前記照合画像と前記登録画像を比較・照合することにより照合結果を出力する画像照合処理部とを備えたことを特徴とする。

【0009】上記構成により、撮影環境、対象物状態を示すパラメータ値を調整して入力画像から照合画像を生成し、照合画像と登録画像との照合を行なうので、入力画像と登録画像の撮影環境・対象物状態などが異なる場合においても、高精度な照合処理を実行することができる。

【0010】また、上記課題を解決するために本発明の画像照合・検索システムは、入力された画像と、あらかじめ登録済みの登録画像を比較照合することにより、入

力画像中に存在する対象物を照合、推定する画像照合・検索システムにおいて、入力画像を基に撮影環境の状態を示す環境パラメータおよび対象物の状態を示す対象状態パラメータを推定する入力画像環境対象推定処理部と、前記入力画像環境対象推定処理部により推定された入力画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を目標として、前記登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整することにより、前記登録画像を基に前記入力画像の撮影環境および対象物状態に対応する照合画像を生成する照合画像生成処理部と、前記入力画像と前記照合画像を比較・照合することにより照合結果を出力する画像照合処理部とを備えたことを特徴とする。

【0011】上記構成により、撮影環境、対象物状態を示すパラメータ値を調整して登録画像から照合画像を生成し、照合画像と入力画像との照合を行なうので、入力画像と登録画像の撮影環境、対象物状態などが異なる場合においても、高精度な照合処理を実行することができる。

【0012】また、上記目的を達成するために本発明の画像照合・検索システムを実現する処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、入力画像を基に撮影環境の状態を示す環境パラメータおよび対象物の状態を示す対象状態パラメータを推定する入力画像環境対象推定処理ステップと、前記登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値に基づいて、前記入力画像環境対象推定処理ステップにより推定された入力画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整することにより、前記入力画像を基に前記登録画像の撮影環境および対象物状態に対応する照合画像を生成する照合画像生成処理ステップと、前記照合画像と前記登録画像を比較・照合することにより照合結果を出力する画像照合処理ステップとを備えた処理プログラムを記録したことを特徴とする。

【0013】上記構成により、パーソナルコンピュータ、ワークステーションなどのコンピュータを利用して本発明の画像照合・検索システムを構築することができる。

【0014】上記目的を達成するために本発明の画像照合・検索システムを実現する処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、入力画像を基に撮影環境の状態を示す環境パラメータおよび対象物の状態を示す対象状態パラメータを推定する入力画像環境対象推定処理ステップと、前記入力画像環境対象推定処理ステップにより推定された入力画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を目標として、前記登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整することにより、前記登録画像を基に前記入力画像の撮影環境および対象物状態に対応する照合画像を生成する照合画像生成処理ステップと、前記入力画像と前記

照合画像を比較・照合することにより照合結果を出力する画像照合処理ステップとを備えた処理プログラムを記録したことを特徴とする。

【0015】上記構成により、パーソナルコンピュータ、ワークステーションなどのコンピュータを利用して本発明の画像照合・検索システムを構築することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の画像照合・検索システムの実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0017】（実施形態1）本発明の実施形態1の画像照合・検索システムは、取り込んだ入力画像から環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を取得し、登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を目標として、入力画像のパラメータ値を調整して入力画像から照合画像を生成し、照合画像と登録画像との照合処理を行なうことにより、精度が高く、ユーザーフレンドリーな画像照合検索処理を実現するものである。本実施形態1では、入力画像および登録画像が人物の顔を写した顔画像であり、入力された利用者の顔画像と登録されている利用者の顔画像とを比較・照合し、個人認証を行なう画像照合・検索システムである。

【0018】本実施形態1では、環境パラメータとして、撮影場所の照明状態を示す照明パラメータ、撮影に利用したカメラの機器性能に依存するカメラ条件を示すカメラパラメータを含み、また、対象状態パラメータとして、対象物の撮影方向と撮影ポジションを示すポジションパラメータ、対象物に付随物が伴っているか否かに関する状態を示す付随物パラメータを含む。

【0019】最初に、本実施形態1の画像照合・検索システムの全体構成の概略と本システムによる処理流れの全体像を図1と図2を参照しつつ説明する。

【0020】図1は、本実施形態1の画像照合・検索システムの概略構成図を示している。図2は、本システムによる処理流れの全体像を処理ステップとして表わしたものである。

【0021】図1に示すように、本画像照合・検索システムは、大別して、画像入力部10、入力画像環境対象推定処理部20、照合画像生成処理部30、登録画像データベース40、画像照合処理部50、ユーザーインタフェース部60を備えている。なお、図示していないが、システム全体の制御処理に必要なコントローラ、メモリなどは装備している。

【0022】画像入力部10は、個人認証をする利用者の顔画像を入力するもので、カメラ11を備えている。カメラ11のピント調整、露光調整はユーザーインタフェース部60からリモート操作できることが好ましい。また、オプションとして照度センサ、被写体の位置センサなど各種センサ12を設置することができる。当該各

種センサ12より感知した各種情報を後述するように環境パラメータ、対象状態パラメータの解析・推定に利用する。

【0023】入力画像環境対象推定処理部20は、画像入力部10から入力された画像から、所定の環境パラメータ、対象状態パラメータを解析・推定して数値化する。なお、数値化はあらかじめ決められたコード体系であれば良い。また、撮影場所に照度センサ、被写体の位置センサなどが設置され、環境パラメータ、対象状態パラメータに関連する実測データが得られる場合には当該実測データをも勘案して環境パラメータ、対象状態パラメータを解析・推定して数値化する。

【0024】本実施形態1では、環境パラメータは、照明パラメータ、カメラパラメータを含むものとする。ここで、照明パラメータとは、撮影時の撮影場所の照明条件を表わすものであり、カメラパラメータとは、撮影に利用したカメラの機器性能に依存するカメラ条件を表わすものである。照明パラメータとして入力画像から周囲の照度（ルクスまたはH S I系に変換した場合のIの値など）、光源の位置（数と位置と方向）、光源の種類（蛍光灯であるか、自然光であるかなど）などを推定して数値化する。具体的には、顔領域画像の明度輝度値の平均値・分散・ヒストグラムなどを計算する方法が考えられる。次に、カメラパラメータとして撮影に利用したカメラの解像度、カメラのピント、カメラの露光度合いなどを推定して数値化する。

【0025】次に、本実施形態1では、対象状態パラメータとして、ポジションパラメータと付随物パラメータと表情パラメータを含むものとする。ポジションパラメータとは、対象物の撮影方向と撮影ポジションの条件（対象物とカメラとの距離（立ち位置）、対象物のカメラに対する方向（回転方向を含む））を表わすものであり、付随物パラメータとは、対象物に付随物が伴っているか否かの付随物条件を表わすものである。表情パラメータとは、入力顔画像の表情を示すものである。

【0026】ポジションパラメータとして、例えば対象物の撮影方向とサイズを推定して数値化する。顔対象の状態を推定するには、顔領域内の肌色専有面積を計算することにより顔向き角度や顔サイズを推定する方法が考えられる。次に、付随物パラメータとして対象物に付随物、例えば、眼鏡、ひげ、ピアスなどが伴っているか否かを推定し、付随物の形状、領域を推定して数値化する。ここではテンプレートマッチングに基づいて眼鏡の有無、表情などを推定する方法が考えられる。次に、表情パラメータとして入力顔画像の表情に関する状態を推定して数値化する。表情の推定は顔画像のうち、口のエッジ検出による形状解析、口領域の空間周波数、目領域の空間周波数を解析することにより一定レベルの推定、数値化が可能である。なお、入力画像環境対象推定処理部20は、推定値とともに推定処理における推定誤差を

10

20

30

40

50

付与することが好ましい。推定誤差値は上記各推定処理（推定アルゴリズム）において算出しても良いし、各パラメータの種類に応じてあらかじめ決めておいても良い。例えば付随物パラメータのひげに対する推定誤差は10%、表情パラメータの推定誤差は20%のごとくである。

【0027】上記各種パラメータを導入することにより、当該機器が設置される建物屋内、屋外などの照明条件、撮影に利用したカメラの解像度やピントなどの機器性能、撮影時における人物とカメラとの相対関係に基づく差異、眼鏡やひげなどの付随物の有無、顔画像撮影時点の人物の感情状態、健康状態などの違いにより生じる表情の変化などに影響を考慮・調整することができ、精度の良い顔画像検索を実行することができる。

【0028】登録画像データベース40は、利用者の個人認証用画像を登録して格納しておくデータベースである。登録画像に加え、登録画像の環境パラメータ、対象状態パラメータが得られている場合はそれらパラメータも登録画像と対応付けて格納しておく。さらに、対象物を撮影した登録画像として、異なる対象状態パラメータを持つ画像を複数登録しておくことが好ましい。もし、登録画像の環境パラメータ、対象状態パラメータが事前に得られていない場合は、登録画像のみを格納しておく。この場合は、顔画像照合処理実行の際に環境パラメータ、対象状態パラメータを求めることとなる。

【0029】照合画像生成処理部30は、画像入力部10から取り込んだ入力画像を調整して照合画像を生成する。その際、登録画像データベース40から登録画像の環境パラメータ、対象状態パラメータを取り出し、この取り出したパラメータの数値を目標として、入力画像環境対象推定処理部20により推定した入力画像の環境パラメータ、対象状態パラメータを調整し、入力画像から照合画像を生成する。なお、画像登録データベース40に複数パターンの登録画像を登録しておくことにより、入力画像の対象状態パラメータともっとも近い対象状態パラメータを持つ登録画像を選定して、入力画像の調整量を少なくして調整に基づく誤差を小さくすることができる。

【0030】画像照合処理部50は、照合画像生成処理部30により生成した照合画像と登録画像を比較照合し、一致度を計算する。本実施形態1では、一致度を両画像をそれぞれ固有空間上の距離とする。固有空間への投影手順の概略を図3を参照しつつ説明する。まず、入力画像から顔領域を切り出して顔画像を得る。切り出した顔画像に対して、KL展開（Karhunen-Loeve展開。以下、KL展開と略記する）を施して固有空間に投影する。固有空間は、顔画像の画素値を要素とする列ベクトルから構成される行列を作成し、その行列から固有ベクトル行列を求め、この固有ベクトル行列で定義される空間を固有空間とする。図3では、便宜上、 X_1 、 X_2 、 X

k の3軸のみを表示している。この固有空間へ投影する。登録画像の顔画像もKL展開して固有空間に投影しておく。入力画像を調整するので登録画像は正面の基本となる一枚のものがあれば良いが、この例では登録画像として複数の角度から撮影したものを用意し、利用者ごとに複数の投影点を求め、その投影点を連続的に結んでいる。この例によれば、入力画像の調整は、一番近似する対象状態パラメータを持つ登録画像を目標としてパラメータ調整し、固有空間上での投影点間の距離を求めれば良いこととなる。

【0031】このように入力画像と登録画像の固有空間への投影点間の距離を算出する。画像照合結果は、この算出した距離を評価することにより行なう。アプリケーションの運用によるが、認証するか否かを判断する距離のしきい値を設け、距離がしきい値以下ならば認証、そのしきい値より大きい場合は不一致とする。

【0032】ユーザーインタフェース部60は、画像表示部61、マウスなどのポインティングデバイス、キーボードなどの入力装置62を備え、画像照合・検索システム利用者（個人認証業務を管理する者）のデータ入出力に利用される。ユーザーインタフェース部60の画像表示部61に表示される画面例を図4に示す。この画面例は、建物の入退室管理や、犯罪捜査などでの人物認証などシステム管理者側が認証の様子を確認する場合などに有効な画面である。もっとも図4の画面は一例であり、アプリケーションにより他の画面構成とすることもできることは言うまでもない。図4の例では、利用者登録画像の表示部分、認証対象人物の名前入力部分、顔の向きの指定部分（対象状態パラメータの変更指定部分）、入力画像中の認証人物の顔画像領域指定部分などが設けられている。

【0033】次に、図2は、本画像照合・検索システムの動作の概略を処理ステップとして表わしたフローチャートである。

【0034】まず、あらかじめ利用者ごとに認証用の基本画像となる登録画像を登録画像データベース40に登録、格納しておく（ステップS201）。精度の高い画像照合処理を行なうために正面画像のほか、様々な方向から写した顔画像を用意しておくことが好ましい。これは前処理、後方処理として個人認証を伴うアプリケーションの管理者側が行なう。

【0035】次に、画像入力部10のカメラ11より個人認証を伴うアプリケーションの利用者の顔画像を撮影する（ステップS202）。このカメラ11は撮影の前に、解像度、ピント、露光などのカメラパラメータをチューニングしておくことが好ましい。撮影した顔画像は入力画像環境対象推定処理部20に渡される。

【0036】次に、入力画像環境対象推定処理部20は、画像入力部10から渡された顔画像を解析して、環境パラメータ、対象状態パラメータを推定し、各パラメ

ータ値を求める（ステップS203）。例えば、照明パラメータとして照度（HSI系での $I=0.6$ ）、光源の位置（上方）、光源の種類（蛍光灯）、ポジションパラメータとして、撮影方向（正面）、画像顔サイズ（6cm）、付随物パラメータとして、あご部分において黒色認識されたひげ領域（領域 $X1Y1\sim X2Y2$ ）、表情パラメータとして無表情（例えばコード“0”）などを解析・推定する。なお、この例では画像顔サイズは画像上での顔の縦の長さを示している。

【0037】次に、照合画像生成処理部30は、登録画像データベース40から認証対象の利用者の登録画像の環境パラメータ、対象状態パラメータを取り出す（ステップS204）。例えば、照明パラメータとして照度（HSI系での $I=0.5$ ）、光源の位置（上方）、光源の種類（蛍光灯）、ポジションパラメータとして、撮影方向（正面）、画像顔サイズ（15cm）、付随物パラメータとして、付随物なし（例えばコード“0”）、表情パラメータとして無表情（例えばコード“0”）であるとする。

【0038】照合画像生成処理部30は、登録画像の環境パラメータ、対象状態パラメータを目標として、入力画像の環境パラメータ、対象状態パラメータを調整し、登録画像と近似する照合画像を生成する。上記例で言うと、入力画像の照明パラメータをHSI系での $I=0.6$ から $I=0.5$ に調整し、ポジションパラメータの画像顔サイズ6cmから15cmに調整し、付随物パラメータのひげ領域（領域 $X1Y1\sim X2Y2$ ）を周辺の肌色で消し込んで付随物なし（コード“0”）に調整する。

【0039】次に、画像照合処理部50により、入力画像から生成した照合画像と登録画像を比較・照合する（ステップS205）。一致度として両画像をそれぞれ固有空間上の距離を計算する。あらかじめ設定した認証するか否かを判断する距離のしきい値により認証判断する。そのしきい値以内であれば一致と認証する。このしきい値はアプリケーションのセキュリティレベルに応じてチューニングする。なお、画像照合処理部50は、入力画像環境対象推定処理部20が推定誤差を付与している場合は（例えば10%）、画像照合処理における画像の一致度が推定誤差範囲内にあるものすべてを、画像一致の候補とすれば良い。画像一致の候補が複数ある場合の処理はアプリケーションの運用によるが、例えば、画像一致候補すべてをユーザインタフェース部60の画像表示部61に表示し、複数回答することもでき、また、もっとも一致度の高いものを一次認証結果とし、詳細認証が必要である事案として分類しても良い。

【0040】以上が本画像照合・検索システムの処理概略の流れである。

【0041】以上のように本実施形態1の画像照合・検索システムは、取り込んだ入力画像から環境パラメータ

値および対象状態パラメータ値を取得し、登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を目標として、入力画像のパラメータ値を調整して入力画像から照合画像を生成して照合することができ、精度が高く、かつ、ユーザフレンドリーなシステムを提供することができる。

【0042】（実施形態2）本発明の実施形態2の画像照合・検索システムは、実施形態1と同様の手法により、取り込んだ入力画像から環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を取得して登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を目標として入力画像のパラメータ値を調整して入力画像から照合画像を生成して照合画像と登録画像との照合処理を行なうが、アイゲンウィンドウ法に基づく部分画像ごとの照合処理を行なう。つまり、照合に際して画像を複数の領域に分割し、アイゲンウィンドウ法による照合処理をそれぞれの分割領域ごとに実行して一致度を計算し、前記それぞれ分割領域ごとに得られた一致度に対して設定した重みづけを施した総計値を算出し、画像照合処理結果とするものである。本実施形態2においても、入力画像および登録画像が人物の顔を写した顔画像であり、入力された利用者の顔画像と登録されている利用者の顔画像とを比較・照合し、個人認証を行なう画像照合・検索システムとする。

【0043】本実施形態2の画像照合・検索システムの全体構成の概略と本システムによる処理流れの全体像を図5と図6を参照しつつ説明する。

【0044】図5は、本実施形態2の画像照合・検索システムの概略構成図を示している。図6は、本システムによる処理流れの全体像を処理ステップとして表わしたものである。

【0045】図5に示すように、本実施形態2の画像照合・検索システムは、大別して、画像入力部10、入力画像環境対象推定処理部20、照合画像生成処理部30、登録画像データベース40、画像照合処理部50a、ユーザインタフェース部60を備えている。本実施形態2では画像照合処理部50aは、画像領域分割部51、アイゲンウィンドウ照合処理部52、重み付け評価部53が備えられている。なお、システム全体の制御処理に必要なコントローラ、メモリなどは装備している。

【0046】画像照合処理部50a以外の各要素は実施形態1で示したものと同様であるので、ここでは説明を適宜省略する。

【0047】画像領域分割部51は、画像を領域分割する部分である。本実施形態2の顔画像では、全体画像を特徴的な部分画像に分割する。この時、分割対象領域を顔全体としても良いし、左目領域、右目領域、鼻領域、口領域などに限定しても良い。これら部分領域はアイゲンウィンドウ法において、窓画像と呼ばれ、例えば図7

のように切り出される。なお、画像分割においては、各画素位置における隣接画素との画素値の差の総和（以下、エッジ強度と呼ぶ）を計算し、エッジ強度に基づいて画像の一部を窓画像として切り出し、窓画像中に含まれる画素値を要素とするベクトル（以下、窓画像ベクトルと呼ぶ）に対して、その切り出し位置（以下、画像内窓位置と呼ぶ）、識別子を付与し、窓データを作成する。なお、窓画像切り出しのためのエッジ強度を隣接画素との画素値の差の総和としたが、エッジ強度を空間周波数における高周波成分量とすることにより窓画像切り出しを判断することもできる。

【0048】アイゲンウィンドウ照合処理部52は、実施形態1で説明した固有空間における投影処理と同様の処理を行って、窓画像データを固有空間に投影する。図7においても便宜上、 X_1 、 X_2 、 X_k の3軸のみを表示した。切り出した窓画像をKL展開して図7に示すように固有空間に投影する。アイゲンウィンドウ照合処理部52は、固有空間上における入力画像の窓画像の投影点群と登録画像の投影点群とを比較して一致度を計算する。両投影点の距離を一致度として計算する。ここで、窓画像にKL展開を施す代わりにDCT変換を施してDCT変換係数から構成される特徴空間に投影する方法も考えられる。

【0049】重み付け評価部53は、アイゲンウィンドウ照合処理部52により計算した投影点間の距離に対して、窓画像ごとにあらかじめ決められた重み付けをして、総計値を求める。ここで重み付けの例としては、例えば、目の窓画像には重み付けを3とし、鼻の窓画像、口の窓画像を重み付け1とするなどである。算出した総計値とあらかじめ設定した認証判断のためのしきい値とを比較して認証判断する。つまり、そのしきい値以内であれば一致と認証する。

【0050】図6は、本画像照合・検索システムの動作の概略を処理ステップとして表わしたフローチャートである。

【0051】図6に示したステップS601からステップS604までは、実施形態1において説明した図2のフローチャートにおけるステップS201からステップS204と同様であり、ここでの説明は省略する。

【0052】次に、画像照合処理部50aの画像領域分割部51により図7に示したように、入力画像および登録画像から窓画像を切り出す（ステップS605）。

【0053】次に、画像照合処理部50aのアイゲンウィンドウ照合処理部52により、各窓画像ごと入力画像および登録画像の固有空間上の投影点間の距離を求める（ステップS606）。

【0054】次に、ステップS606で窓画像ごとに求めた投影点間の距離を、画像照合処理部50aの重み付け評価部53により所定の重み付けを行なった後、総計値を計算し、あらかじめ設定したしきい値との比較によ

り認証判断する（ステップS607）。そのしきい値以内であれば一致と認証する。このしきい値はアプリケーションのセキュリティレベルに応じてチューニングする。なお、入力画像環境対象推定処理部20が推定誤差を付与している場合は、画像照合処理における画像の一致度が推定誤差範囲内にあるものすべてを、画像一致の候補とする。画像一致候補すべてをユーザインタフェース部60の画像表示部61に表示し、複数回答することもでき、また、もっとも一致度の高いものを一次認証結果とし、詳細認証が必要である事案として分類しても良い。

【0055】以上のように本実施形態2の画像照合・検索システムは、取り込んだ入力画像から環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整して生成した照合画像と登録画像を窓画像ごとに照合することができ、照合精度が高い画像照合・検索システムを提供することができる。

【0056】（実施形態3）本発明の実施形態3の画像照合・検索システムは、実施形態1と同様に、環境パラメータ値および対象状態パラメータ値の調整により、入力画像と登録画像の差異を取り除いてから画像照合を行なうが、入力画像ではなく、登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を、入力画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を目標として調整して照合画像を生成し、入力画像と照合画像を照合処理するものである。

【0057】本実施形態3の画像照合・検索システムの全体構成の概略を図8に示す。この例は画像照合処理部50がサブ構成として、画像領域分割部51、アイゲンウィンドウ照合処理部52、重み付け評価部53を備え、実施形態2と同様、画像の部分領域ごとに照合処理を行うものであるが、実施形態1の図1に示したようにサブ構成を持たず、画像全体を照合するシステム構成も可能であることは言うまでもない。実施形態1の画像照合・検索システム、実施形態2の画像照合・検索システムとは照合画像生成処理部30aにおける処理内容が異なっている。

【0058】照合画像生成処理部30a以外の各要素は実施形態1、実施形態2で示したものと同様であるので、ここでは説明を適宜省略する。

【0059】照合画像生成処理部30aは、登録画像を調整して照合画像を生成する。その際、画像入力部10から取り込んだ入力画像から推定した環境パラメータ、対象状態パラメータを目標とし、登録画像データベース40から取り出した登録画像の環境パラメータ、対象状態パラメータを調整して登録画像から照合画像を生成する。なお、登録画像データベース40に複数パターンの登録画像を登録しておくことにより、入力画像の対象状態パラメータともっとも近い対象状態パラメータを持つ登録画像を選定して、照合画像を生成して入力画像との

誤差を小さくすることができる。

【0060】また、実施形態2で説明したように、本実施形態3においても照合画像と登録画像との照合処理において、アイゲンウィンドウ法に基づく部分画像ごとの照合処理を行なう。照合に際して画像を複数の領域に分割し、アイゲンウィンドウ法による照合処理をそれぞれの分割領域ごとに実行して一致度を計算し、前記それぞれ分割領域ごとに得られた一致度に対して設定した重みづけを施した総計値を算出し、画像照合処理結果とする。

【0061】上記のように登録画像を調整することによっても照合画像を生成することができる。

【0062】（実施形態4）本発明の実施形態4の画像照合・検索システムは、実施形態3と同様に、入力画像ではなく、登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整して照合画像を生成して、入力画像と登録画像の差異を取り除いてから画像照合を行なうが、登録画像として3次元顔画像モデル（ワイヤフレームの3次元顔形状モデルと2次元の顔画像テクスチャデータ）を用意し、3次元顔画像モデルを調整して入力画像と同様の環境パラメータ値、対象状態パラメータ値を持つ2次元画像を生成するものである。

【0063】本実施形態4の画像照合・検索システムの全体構成の概略は、実施形態1で説明した図1、実施形態2で説明した図5と同様で良いが、照合画像生成処理部30における処理内容、登録画像データベース40に格納されるデータが異なっている。登録画像データベース40にはあらかじめ利用者の登録顔画像が3次元顔画像モデルが格納されている。

【0064】まず、利用者の顔画像を登録して、3次元顔形状モデルと顔画像テクスチャを作成して登録画像データベース40に登録する方法について説明する。

【0065】図9に示すように、3次元顔画像登録フェーズでは、2次元顔画像データに加えて高精度な3次元顔画像データを得るために、被登録者を取り囲む形で設置されたマルチビュー構成の複数台のカメラ（この例では5台のカメラ11a～11e）から複数の角度から撮影した顔画像を取り込む。このマルチビュー構成により、多視点顔画像を一度に取り込むことができる。ただし、シングルビュー構成（1台のカメラ構成）であっても、例えば、被登録者の座る方向を少しずつ変えつつ撮影することにより、多視点顔画像を取得することが可能である。

【0066】次に、撮影して取り込んだ多視点顔画像を基に、顔形状の3次元モデルを計算する。この3次元形状モデルの計算方法としては、例えば、多視点画像のそれぞれから画像特徴点を抽出し、異なる画像間での画像特徴点同士を対応付けながら、それら画像特徴点に対応する顔対象上の特徴点の3次元座標を推定する方法が採用できる。

【0067】上記のように作成された顔対象特徴点の3次元座標群は3次元顔形状データとして、2次元顔画像テクスチャとともに、登録画像データベース40へ保存される。

【0068】次に、照合画像生成処理部30における処理内容を説明する。本実施形態4では、登録画像データベース40から得た3次元顔形状データと2次元顔画像テクスチャに基づいて、入力画像の環境パラメータ、対象状態パラメータに合わせた2次元顔画像を生成する。

10 具体的には、対象状態パラメータにより指定された視点に対応するように3次元顔形状データを回転、変形する調整を施した後、その上に2次元顔画像テクスチャを貼りつけるテクスチャマッピング処理を行う。投影面に投影した2次元顔画像を得れば良い。

【0069】なお、2次元顔画像テクスチャデータに代え、撮影して取り込んだ多視点画像のまま保持し、対象状態パラメータに基づき調整した3次元顔形状モデルへの貼り込みの際に、近い撮影方向を持つ2つの多視点画像を重み付きで合成して2次元顔画像を生成する方法も可能である。

【0070】他の環境パラメータ、付随物パラメータ、表情パラメータなどは実施形態1で説明した方法により調整する。

【0071】上記の過程により、任意の視点からの顔画像を3次元顔画像モデルを基に、高い精度で生成することが可能となり、入力画像の環境パラメータ、対象状態パラメータに近似した照合対象画像を生成することができる。

30 【0072】なお、入力画像に関しては、2次元顔画像の撮影で良い。画像入力部10のカメラ11は、様々な場所に多くの台数（金融機関の現金自動処理システム、建物の入退室システム）設置されることが想定され、カメラの設置コストや処理時間を考慮すれば、一台のカメラから構成されるシングルビュー構成で良い。なお、入力画像取得環境において、マルチビュー構成を採用した場合には、画像照合において、2次元顔画像データの照合処理に加えて、入力画像から計算される3次元顔画像データと、登録画像データベース40に登録された3次元顔画像データを比較して照合処理を行うことができ、より高精度な照合、認証が可能となる。

【0073】（実施形態5）実施形態5の画像照合・検索システムについて図面を参照しながら説明する。本実施形態5は、実施形態1～4に示した画像照合・検索システムをクライアントサーバ構成で構築した例である。

40 【0074】図10は、システムの全体概略構成を示している。図10に示すように、100は画像照合・検索サーバ、101は画像照合・検索クライアント、102はネットワーク網である。画像照合・検索サーバ100内に示された入力画像環境対象推定処理部20、照合画像生成処理部30、登録画像データベース40、画像照

合処理部 50、ユーザインタフェース部 60、および、画像照合・検索クライアント 101 内に示された画像入力部 10 は、それぞれ実施形態 1～4 において同じ構成名で説明したものと基本的に同じものである。また、図示していないが、画像照合・検索サーバ 100、画像照合・検索クライアント 101 はそれぞれネットワーク接続のための通信インタフェースを備えている。ネットワーク 102 は、データを通信できるものであれば良く、ローカルエリアネットワーク、インターネットなどのネットワーク網であり、専用線、公衆回線、有線、無線を問わない。

【0075】クライアントサーバ構成の画像照合・検索システムによる処理の流れの全体像は以下の通りである。まず、利用者は、画像入力部 10 のカメラ 11 から自分の顔画像を入力する。もっとも撮影自体は利用者が所定位置に立つことにより、カメラ 11 から自動的に画像を取り込んでも良い。撮影された入力画像は、画像照合・検索クライアント 101 から通信インタフェースを介してネットワーク網を経由して送信され、通信インタフェースを介して画像照合・検索サーバ 200 に受信される。画像照合・検索サーバ 100 において実施形態 1～4 で説明したものと同様の処理が行われ、照合結果をもって認証が行なわれる。認証結果を基にその後のアプリケーション処理を画像照合・検索クライアント 101 と画像照合・検索サーバ 100 の間で実行される。

【0076】以上のように、本発明の画像照合・検索システムはクライアントサーバシステムとして構築することができる。

【0077】（実施形態 6）本発明の実施形態 6 として、画像照合・検索システムを実現するプログラムを記録した記録媒体から当該プログラムをコンピュータシステムに読み取らせ、コンピュータを用いて本発明の画像照合・検索システムを構築する例を示す。当該プログラムは、図 1 に図示した記録媒体の例に示すように、CD-ROM 202a やフレキシブルディスク 202b 等の可搬型記録媒体 202 だけでなく、ネットワーク上にある記録装置内の記録媒体 201 や、コンピュータのハードディスクなどの記録媒体 204 のいずれであっても良い。プログラム実行時には、当該プログラムはコンピュータ 203 上にローディングされ、主メモリ上で実行される。

【0078】さらに、ソースプログラムをコンパイルしたもののみならず、いわゆるネットワーク 205 を介してクライアントコンピュータ 203 にアプレットを送信し、クライアントコンピュータ 203 上でインタープリタとして動作する構成であっても良い。

【0079】

【発明の効果】以上のように本発明の画像照合・検索システムによれば、取り込んだ入力画像から環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を取得し、登録画像の

環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を目標として、入力画像のパラメータ値を調整して入力画像から照合画像を生成して照合することができ、精度が高く、かつ、ユーザフレンドリーな画像照合・検索システムを提供することができる。

【0080】本発明の画像照合・検索システムは、照合処理において、取り込んだ入力画像から環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を調整して生成した照合画像と登録画像を窓画像ごとに照合することができ、さらに照合精度を向上させることができる。

【0081】また、本発明の画像照合・検索システムによれば、登録画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を、入力画像の環境パラメータ値および対象状態パラメータ値を目標として調整して照合画像を生成し、入力画像と照合画像を照合処理する画像照合・検索システムを提供することができる。登録画像として 3 次元顔画像モデルを用意し、パラメータ値を調整して入力画像に合わせた 2 次元画像を照合画像として生成することができ、さらに照合精度を向上させることができる。

【0082】また、本発明の画像照合・検索システムはクライアントサーバシステムとして構築することができ、本発明の画像照合・検索システムを実現するプログラムを記録した記録媒体をコンピュータに読み取らせることにより、コンピュータシステムを用いて本発明の画像照合・検索システムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 の画像照合・検索システムの概略構成図

【図 2】 本発明の実施形態 1 の画像照合・検索システムの処理ステップを示したフローチャート

【図 3】 固有空間への投影の様子を示す図

【図 4】 ユーザインタフェース部 60 の表示部 61 の画面例を示す図

【図 5】 本発明の実施形態 2 の画像照合・検索システムの概略構成図

【図 6】 本発明の実施形態 2 の画像照合・検索システムの処理ステップを示したフローチャート

【図 7】 本発明の実施形態 2 の画像照合・検索システムのアイゲンウィンドウ法における窓画像切り出しおよび切り出した窓画像データを固有空間に投影した様子を説明する図

【図 8】 本発明の実施形態 3 の画像照合・検索システムの概略構成図

【図 9】 本発明の実施形態 4 の画像照合・検索システムの登録画像を生成するマルチビュー構成の複数台のカメラによる撮影の様子を説明した図

【図 10】 本発明の実施形態 5 のクライアントサーバシステムによる画像照合・検索システムの構成図

【図 11】 記録媒体の例を示す図

【符号の説明】

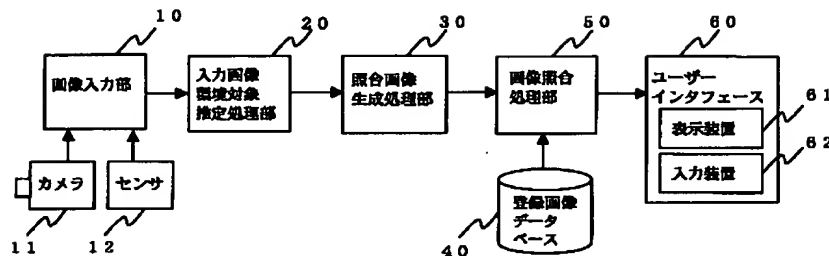
19

20

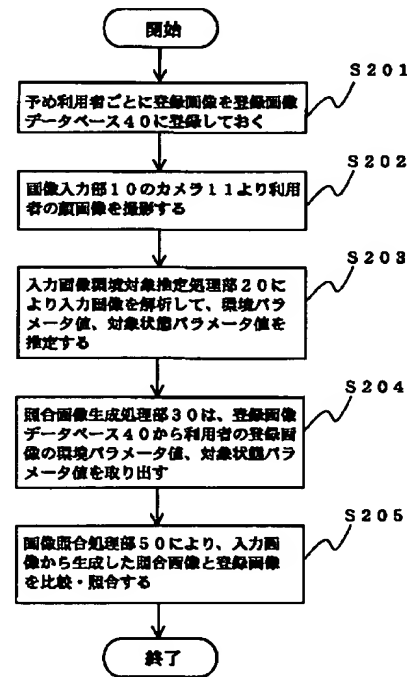
- 10 画像入力部
- 11 カメラ
- 12 センサ
- 20 入力画像環境対象推定処理部
- 30 照合画像生成処理部
- 40 登録画像データベース
- 50, 50a 画像照合処理部
- 51 画像領域分割部
- 52 アイゲンウィンドウ照合処理部
- 53 重み付け評価部
- 60 ユーザーインタフェース部
- 61 画像表示部
- 62 入力装置

- 100 画像照合・検索サーバ
- 101 画像照合・検索クライアント
- 102 ネットワーク網
- 201 回線先のハードディスク等の記録媒体
- 202 CD-ROMやフレキシブルディスク等の可搬型記録媒体
- 202-1 CD-ROM
- 202-2 フレキシブルディスク
- 203 コンピュータ
- 10 204 コンピュータ上のRAM/ハードディスク等の記録媒体
- 205 ネットワーク

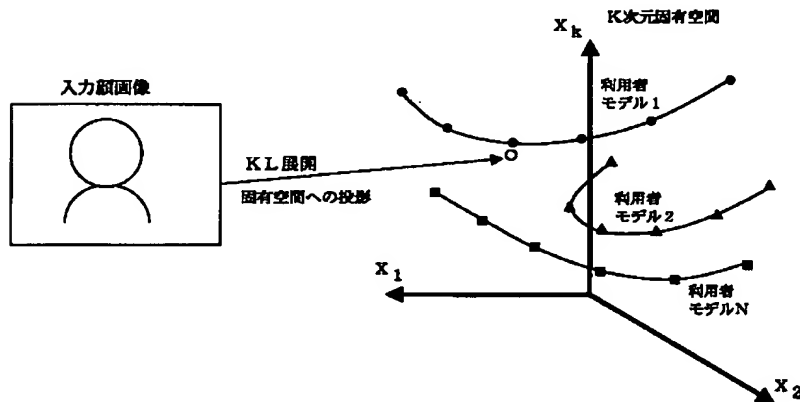
【図1】



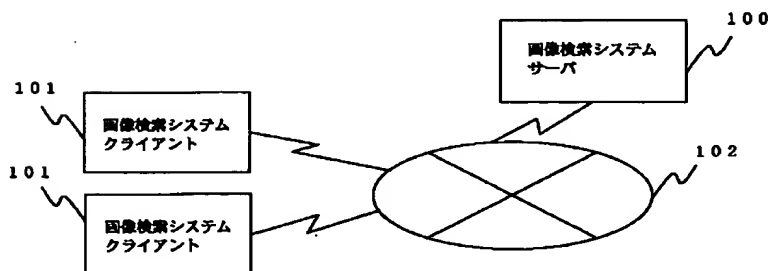
【図2】



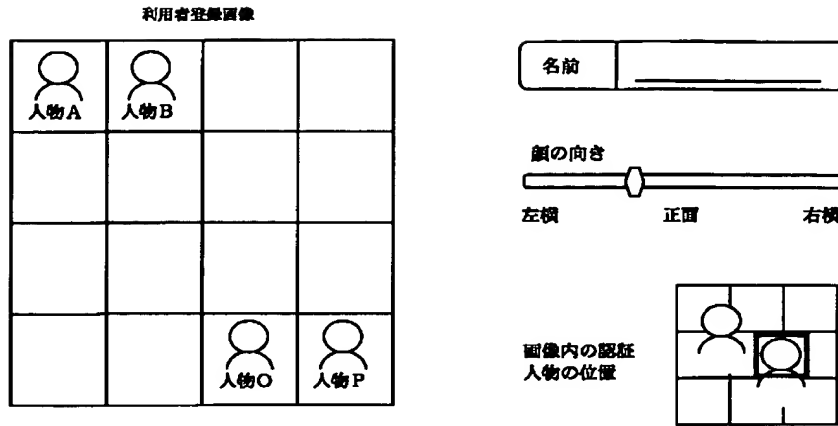
【図3】



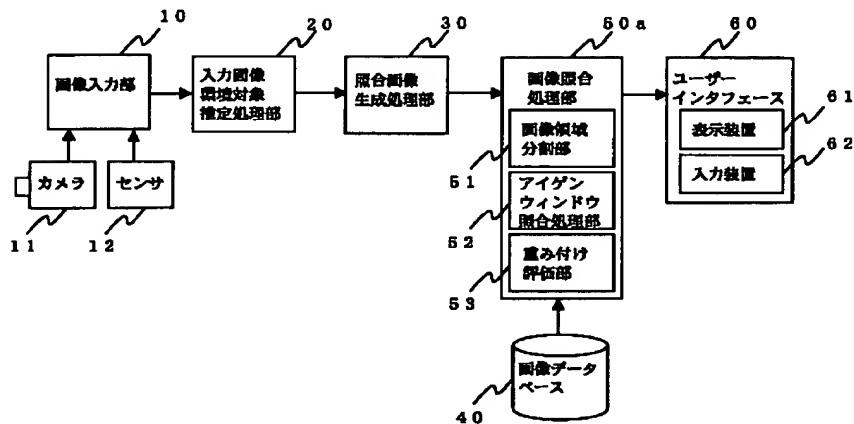
【図10】



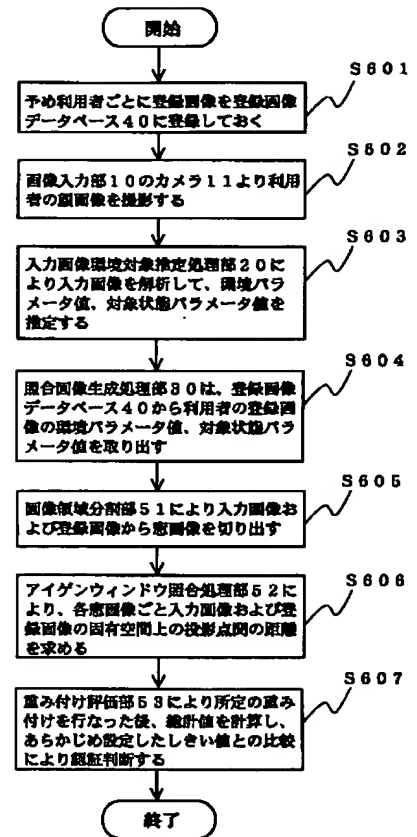
【図 4】



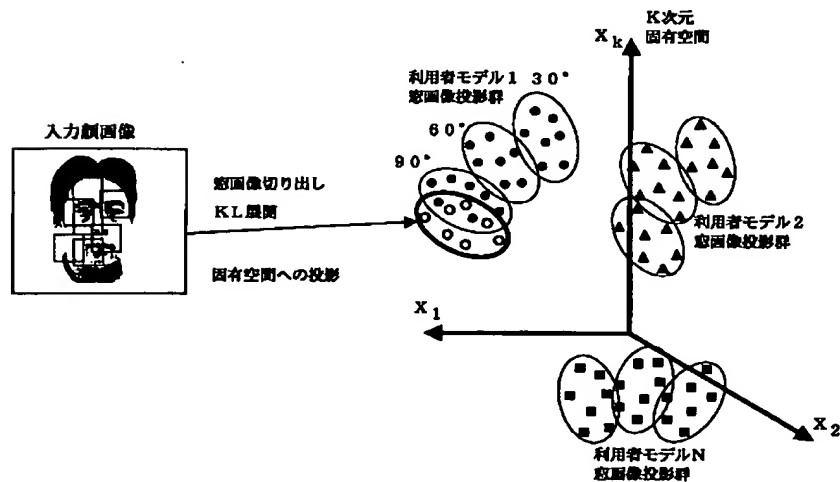
【図 5】



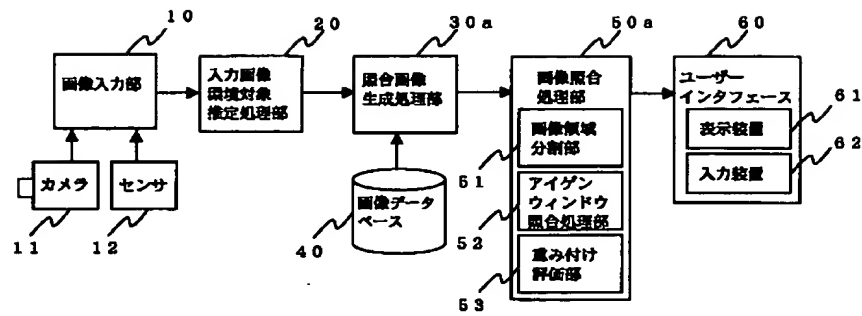
【図 6】



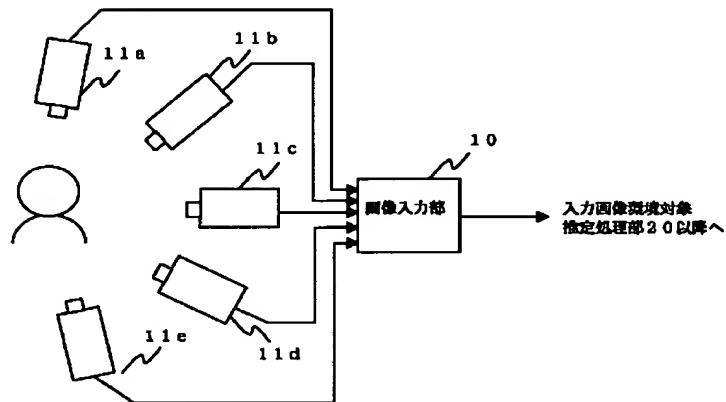
【図 7】



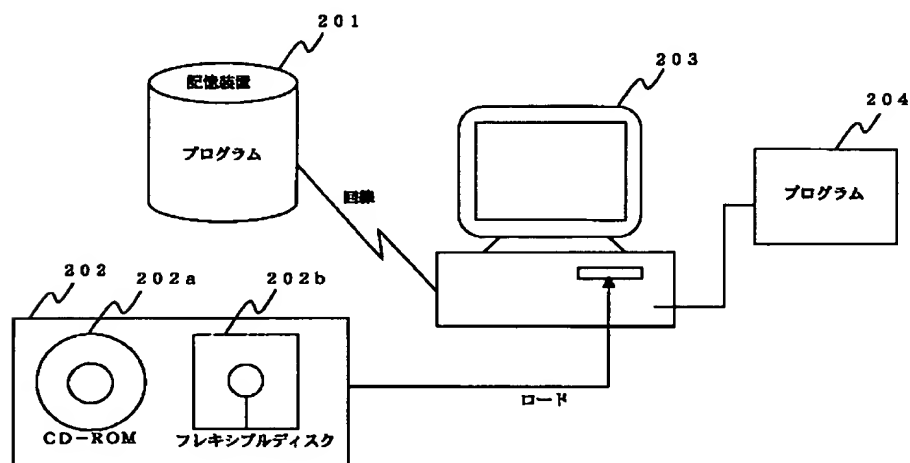
【図8】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B043 AA09 BA04 CA09 DA05 EA12
EA13 EA15 FA02 FA03 FA07
GA18
5B057 AA20 BA02 CA12 CA16 CB12
CB16 DB02 DC33
5L096 AA13 BA08 CA02 FA28 GA19
HA09 JA09